

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-99937

(43) 公開日 平成10年(1998) 4月21日

(51) Int. Cl. [°]	識別記号	F I	
B 2 1 K 1/30		B 2 1 K 1/30	Z
B 2 1 J 5/12		B 2 1 J 5/12	Z
13/02		13/02	A
			B

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願平9-209387	(71) 出願人	000003997 日産自動車株式会社 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地
(22) 出願日	平成9年(1997) 8月4日	(72) 発明者	石川 充 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社内
(31) 優先権主張番号	特願平8-207350	(72) 発明者	廣藤 雅俊 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社内
(32) 優先日	平8(1996) 8月6日	(72) 発明者	松苗 宏樹 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社内
(33) 優先権主張国	日本 (J P)	(74) 代理人	弁理士 小塩 豊

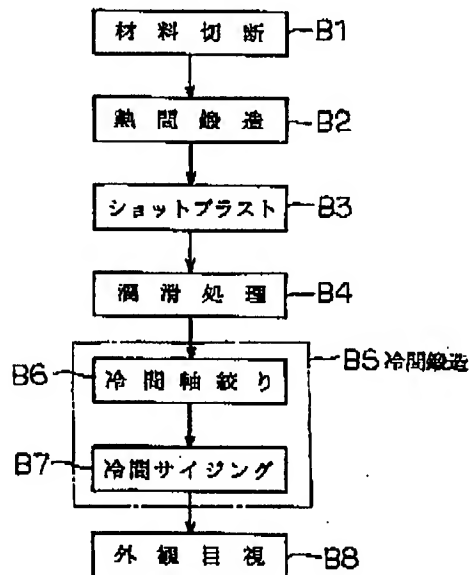
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 歯車の成形方法および成形装置

(57) 【要約】

【課題】 冷間鍛造による成形では、成形工程が非常に多いと共に、大型の冷間鍛造用プレス装置が必要であるといった問題があり、このような問題を解決することが課題であった。

【解決手段】 歯車を成形するに際し、熱間鍛造 B 2 により歯車素材を歯部を含み所定の形状に成形したのち、冷間鍛造 B 5 により歯車素材を歯車に成形することから、熱間鍛造により歯車素材が歯部を含めて完成寸法に近い状態に成形されるので、歯部の成形等の最小限の成形を冷間鍛造で行うこととなり、成形工程の数が大幅に削減されると共に、大型の冷間鍛造用プレス装置でなくても歯車を成形し得る。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 歯車を成形するに際し、熱間鍛造により歯車素材を歯部を含み所定の形状に成形したのち、冷間鍛造により歯車素材を歯車に成形することを特徴とする歯車の成形方法。

【請求項2】 熱間鍛造において成形された歯車素材の歯部を冷間鍛造においてしごき加工することを特徴とする請求項1に記載の歯車の成形方法。

【請求項3】 歯車素材の歯部のしごき加工において、歯先面および歯面のしごき量よりも歯底面のしごき量を小さくしたことを特徴とする請求項2に記載の歯車の成形方法。

【請求項4】 歯車が外歯であり且つ中空状であって、冷間鍛造において、中空状に成形された歯車素材の内径を拡大する成形を行うことを特徴とする請求項3に記載の歯車の成形方法。

【請求項5】 熱間鍛造において、固体潤滑剤を添加した白色離型剤を用いることを特徴とする請求項1～4のいずれかに記載の歯車の成形方法。

【請求項6】 歯車が、片側に内向きのフランジ部を介して中空状の軸部を備えると共に、軸部にセレーションとその先端の小径部を有し且つセレーションの先端に面取り部を有しており、熱間鍛造において軸部の先端部外周に先端側を小径とするテーパ部を形成し、冷間鍛造において軸部に面取り部を有するセレーションおよび小径部を形成することを特徴とする請求項1～5に記載の歯車の成形方法。

【請求項7】 冷間鍛造において軸部の先端の肉を内側に流出させて面取り部を有するセレーションおよび小径部を形成することを特徴とする請求項6に記載の歯車の成形方法。

【請求項8】 歯車の軸部の軸線に直交する線に対する面取り部の角度を $\theta 1$ とし、歯車の小径部の外径を $\phi 1$ とした場合、熱間鍛造において軸部の軸線に直交する線に対するテーパ部の角度 $\theta 2$ を $\theta 1 + 5^\circ \sim \theta 1 + 15^\circ$ に形成し、テーパ部の小径端部の直径 $\phi 2$ を $\phi 1 - 1 \text{ mm}$ に形成することを特徴とする請求項6または7に記載の歯車の成形方法。

【請求項9】 外歯を有する中空状の歯車を成形する装置であって、歯車素材の内側に挿入されるパンチと、パンチとともに歯車素材が圧入されるダイを備え、パンチとダイとの間隔に基づくしごき量の設定として、歯先面および歯面のしごき量よりも歯底面のしごき量を小さくしたことを特徴とする歯車の成形装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、プレスにより、歯車を成形するのに利用される歯車の成形方法および成形装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 図8および図9は、従来における歯車の成形過程を説明する図である。例示した歯車101は、図9(g)に示すように、外歯101aを有し且つ中空状を成すものであって、その片側にフランジ部101bを介して中空状の軸部101cを一体的に備えており、軸部101cの先端側にはセレーション101dが設けられている。

【0003】 上記歯車101を成形するには、図8のブロックB101において材料を切断して図9(a)に示す歯車素材100を用意し、ブロックB102において歯車素材100を熱処理(焼鈍)したのち、ブロックB103において歯車素材100にショットブラストを行い、さらに、ブロックB104において潤滑処理を行ったのち、ブロックB105において1回目の冷間鍛造(op1)を行って歯車素材100を図9(b)に示す形状に成形する。

【0004】 こののち、ブロックB102～B105に示す熱処理、ショットブラスト、潤滑処理および冷間鍛造を繰り返し行い、2回目の冷間鍛造(op2)では、図9(c)に示す如く中空部100eを成形し、3回目の冷間鍛造(op3)では、図9(d)に示す如く全体成形とともに軸部100cを成形し、4回目の冷間鍛造(op4)では、図9(e)に示す如く全体成形とともにフランジ部100bを成形し、5回目の冷間鍛造(op5)では、図9(f)に示す如く全体成形とともに外歯100aを成形し、最後の6回目の冷間鍛造(op6)により、歯車素材100を、外歯101a、フランジ部101b、軸部101cおよびセレーション101dを有する歯車101に成形する。このようにして成形された歯車101は、ブロックB106において外観目視が行われ、成形不良の有無が確認されることとなる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 ところが、上記したような従来の歯車の成形にあつては、冷間鍛造による成形であるため、成形工程が非常に多いと共に、大型の冷間鍛造用プレス装置が必要であるといった問題があり、このような問題を解決することが課題であった。

【0006】

【発明の目的】 本発明は、上記従来の課題に若目して成されたもので、プレスによる歯車の成形において、成形工程を削減することができると共に、設備の縮小や省力化などを図ることができる歯車の成形方法を提供することを目的としている。

【0007】

【課題を解決するための手段】 本発明に係わる歯車の成形方法は、請求項1として、歯車を成形するに際し、熱間鍛造により歯車素材を歯部を含み所定の形状に成形したのち、冷間鍛造により歯車素材を歯車に成形する構成とし、請求項2として、熱間鍛造において成形された歯車素材の歯部を冷間鍛造においてしごき加工する構成と

し、請求項3として、歯車素材の歯部のしごき加工において、歯先面および歯面のしごき量よりも歯底面のしごき量を小さくした構成とし、請求項4として、歯車が外歯であり且つ中空状であって、冷間鍛造において、中空状に成形された歯車素材の内径を拡大する成形を行う構成とし、請求項5として、熱間鍛造において、固体潤滑剤を添加した白色離型剤を用いる構成とし、請求項6として、片側に内向きのフランジ部を介して中空状の軸部を備えると共に、軸部にセレーションとその先端の小径部を有し且つセレーションの先端に面取り部を有しており、熱間鍛造において軸部の先端部外周に先端側を小径とするテーパ部を形成し、冷間鍛造において軸部に面取り部を有するセレーションおよび小径部を形成する構成とし、請求項7として、冷間鍛造において軸部の先端の肉を内側に流出させて面取り部を有するセレーションおよび小径部を形成する構成とし、請求項8として、歯車の軸部の軸線に直交する線に対する面取り部の角度を $\theta 1$ とし、歯車の小径部の外径を $\phi 1$ とした場合、熱間鍛造において軸部の軸線に直交する線に対するテーパ部の角度 $\theta 2$ を $\theta 1 + 5^\circ \sim \theta 1 + 15^\circ$ に形成し、テーパ部の小径端部の直径 $\phi 2$ を $\phi 1 - 1 \text{ mm}$ に形成する構成としており、上記の構成を従来の課題を解決するための手段としている。

【0008】なお、請求項1における冷間鍛造には、請求項2に記載したしごき加工あるいはサイジングや絞り加工などが含まれる。

【0009】また、請求項8において、熱間鍛造において軸部の軸線に直交する線に対するテーパ部の角度 $\theta 2$ を $\theta 1 + 5^\circ \sim \theta 1 + 15^\circ$ としたのは、角度 $\theta 2$ を $\theta 1 + 5^\circ$ よりも小さくすると、冷間鍛造において軸部に面取り部を有するセレーションおよび小径部を形成する際に、軸部の先端部分（セレーションおよび小径部の形成部分）の肉の流動性が十分に得られず、フランジ部と軸部との連続部分に座屈が生じたり、セレーション先端の谷部分に肉引けが生じたりすることがあるからであり、さらに、角度 $\theta 2$ を $\theta 1 + 15^\circ$ よりも大きくすると、最終的に形成される面取り部の角度 $\theta 1$ よりも大きくなり過ぎて面取り部への肉が不足し、面取り部に欠肉が生じることがあるからである。さらに、テーパ部の小径端部の直径 $\phi 2$ を $\phi 1 - 1 \text{ mm}$ としたのは、冷間鍛造時の先端部の抵抗を小さくして、成形性を高めるためであって、 $\phi 1 - 1 \text{ mm}$ よりも小さくすると、抵抗が小さくなり過ぎて欠肉が生じやすくなるからである。

【0010】また、本発明の請求項9に係わる成形装置は、上記歯車の成形方法の実施に使用し得るもので、外歯を有する中空状の歯車を成形する装置であって、歯車素材の内側に挿入されるパンチと、パンチとともに歯車素材が圧入されるダイを備え、パンチとダイとの間隔に基づくしごき量の設定として、歯先面および歯面のしごき量よりも歯底面のしごき量を小さくした構成としてい

る。

【0011】

【発明の作用】本発明の請求項1に係わる歯車の成形方法では、熱間鍛造により歯車素材が歯部を含めて完成寸法に近い状態に成形されるので、歯部の成形等の最小限の成形を冷間鍛造で行うことが可能となり、これにより、成形工程の数が大幅に削減されると共に、大型の冷間鍛造用プレス装置でなくても歯車を成形し得ることとなる。

【0012】本発明の請求項2に係わる歯車の成形方法では、冷間鍛造において、熱間鍛造で成形された歯車素材の歯部をしごき加工することにより、同冷間鍛造において歯部の歯形精度が得られることとなる。

【0013】本発明の請求項3に係わる歯車の成形方法では、歯車素材の歯部のしごき加工において、歯先面および歯面のしごき量よりも歯底面のしごき量を小さくしたので、とくに歯形精度が要求される歯先面および歯面が充分なしごき量で成形されることとなり、歯先面および歯面に比べて歯形精度が多少ラフでよい歯底面にあっては、これを成形する型（例えばダイ）との当たりが弱められ、型に対するかじりが防止されることとなる。

【0014】本発明の請求項4に係わる歯車の成形方法では、歯車が外歯であり且つ中空状であって、冷間鍛造において、中空状に成形された歯車素材の内径を拡大する成形を行うので、少ないしごき量で所定の歯形精度が得られることとなる。

【0015】本発明の請求項5に係わる歯車の成形方法では、熱間鍛造において、固体潤滑剤を添加した白色離型剤を用いているので、潤滑性が良好であり、後の冷間鍛造に送る歯車素材として抜け勾配の少ない歯車素材が得られることとなる。

【0016】本発明の請求項6に係わる歯車の成形方法では、歯車が、片側に内向きのフランジ部を介して中空状の軸部を備えると共に、軸部にセレーションとその先端の小径部を有し且つセレーションの先端に面取り部を有するものであって、この歯車を成形するに際し、熱間鍛造において軸部の先端部外周に先端側を小径とするテーパ部を形成することにより、冷間鍛造における軸部の先端部分の肉の流動性を確保する。つまり、熱間鍛造で形成した軸部には長さや径の寸法にばらつきが生じていることがあり、その誤差が大きくなると、冷間鍛造において軸部にセレーションを形成する際に軸部の先端部分の肉の流動性が低下し、先端側に余肉が発生しにくくなって、フランジ部と軸部との連結部分に座屈が生じたり、セレーション先端の谷部分に肉引けが生じたりすることがある。これに対して、当該歯車の成形方法では、熱間鍛造において軸部の先端部外周にテーパ部を形成しているので、冷間鍛造において軸部の先端部分の肉の流動性が高められ、セレーションを形成しやすくなると共に、先端側に余肉が発生し易くなり、これにより、座屈

や肉引けといった成形不良を発生させることなく、軸部に面取り部を有するセレーションおよび小径部を形成し得ることとなる。

【0017】本発明の請求項7に係わる歯車の成形方法では、冷間鍛造において軸部の先端の肉を内側に流出させて面取り部を有するセレーションおよび小径部を形成するので、軸部に対するセレーションおよび小径部の部分の断面積減少率が小さい状態となり、押し切り時の座屈応力による成形不良が防止される。

【0018】本発明の請求項8に係わる歯車の成形方法では、歯車の軸部の軸線に直交する線に対する面取り部の角度を $\theta 1$ とし、歯車の小径部の外径を $\phi 1$ とした場合、熱間鍛造において軸部の軸線に直交する線に対するテーパ部の角度 $\theta 2$ を $\theta 1 + 5^\circ \sim \theta 1 + 15^\circ$ に形成し、テーパ部の小径端部の直径 $\phi 2$ を $\phi 1 - 1 \text{ mm}$ に形成するので、後の冷間鍛造において、軸部の先端部分の肉の流動性が不十分になったり、最終的に形成される面取り部の角度 $\theta 1$ よりも大きくなり過ぎて面取り部への肉が不足したりすることがなく、フランジ部と軸部との連続部分の座屈、セレーション先端の谷部分の肉引け、あるいは面取り部の欠肉といった成形不良を防止し得る。

【0019】本発明の請求項9に係わる歯車の成形装置では、パンチとダイの協働による冷間鍛造が行われ、この冷間鍛造として外歯をしごき加工する際に、パンチで中空状歯車素材の内側形状を保持し、または、歯車素材の内径を拡大する成形を行って少ないしごき量で所定の歯形精度を得るようにしており、さらに、パンチとダイとの間隔に基づくしごき量の設定として、歯先面および歯面のしごき量よりも歯底面のしごき量を小さくしているので、とくに歯形精度が要求される歯先面および歯面を充分なしごき量で成形することとなり、歯先面および歯面に比べて歯形精度が多少ラフでよい歯底面にあつては、ダイとの当たりを弱めてかじりを防止する。

【0020】

【発明の効果】本発明の請求項1に係わる歯車の成形方法によれば、熱間鍛造の後に冷間鍛造を行う工程としたことから、熱間鍛造により歯車素材を歯部を含めて完成寸法に近い状態に成形し、歯部の成形等の最小限の成形を冷間鍛造で行うことが可能となり、冷間鍛造だけで成形を行っていた従来と比べると、成形工程の数を大幅に削減することができると共に、大型の冷間鍛造用プレス装置でなくても十分に歯車を成形することができ、これにより、製作時間の短縮、作業性および生産性の向上、設備の縮小、省力化および低コスト化などがもたらされる。

【0021】本発明の請求項2に係わる歯車の成形方法によれば、請求項1と同様の効果を得ることができると共に、とくに冷間鍛造において、熱間鍛造で成形された歯車素材の歯部をしごき加工することにより、同冷間鍛

造において歯部の良好な歯形精度を得ることができる。

【0022】本発明の請求項3に係わる歯車の成形方法によれば、請求項2と同様の効果を得ることができると共に、とくに歯形精度が要求される歯先面および歯面を充分なしごき量で成形することができ、その一方で、歯先面および歯面に比べて歯形精度が多少ラフでよい歯底面にあつては、これを成形するダイとの当たりを弱めてダイに対するかじりを防止することができ、離型性を高めることができると共に、ダイの寿命向上も図ることができる。

【0023】本発明の請求項4に係わる歯車の成形方法によれば、請求項3と同様の効果を得ることができると共に、冷間鍛造において外歯であり且つ中空状に成形された歯車素材の内径を拡大する成形を行うことから、少ないしごき量で所定の歯形精度を得ることができ、冷間鍛造用プレス装置のさらなる省力化などにも貢献し得る。

【0024】本発明の請求項5に係わる歯車の成形方法によれば、請求項1～4と同様の効果を得ることができると共に、熱間鍛造において、固体潤滑剤を添加した白色離型剤を採用したことにより、潤滑性が高められ、後の冷間鍛造に送る歯車素材として抜け勾配の少ない歯車素材を得ることができ、もしくは完成寸法により近い形状の歯車素材を得ることができ、後の冷間鍛造における負担をより小さくすることができる。

【0025】本発明の請求項6に係わる歯車の成形方法によれば、フランジ部、軸部、先端に面取り部を有するセレーションおよび小径部を有する歯車の成形において、請求項1～5と同様の効果を得ることができると共に、熱間鍛造においてテーパ部を形成することにより、熱間鍛造後の軸部の寸法にばらつきがあるとしても、冷間鍛造において軸部の先端部分の肉の流動性を高めることができ、面取り部を有するセレーションおよび小径部を精度良く形成することができると共に、フランジ部と軸部との連続部分の座屈、セレーション先端の谷部分の肉引け、あるいは面取り部の欠肉といった成形不良を防止することができ、高品質の歯車を成形することができる。

【0026】本発明の請求項7に係わる歯車の成形方法によれば、請求項6と同様の効果を得ることができると共に、冷間鍛造において、軸部に対するセレーションおよび小径部の部分の断面積減少率を小さくして、押し切り時の座屈応力による成形不良を防止することができ、歯車の品質さらなる向上に貢献し得る。

【0027】本発明の請求項8に係わる歯車の成形方法によれば、請求項6および7と同様の効果を得ることができると共に、冷間鍛造において、軸部の先端部分の肉の流動性が一層適切なものとなり、成形不良をより確実に防止することができると共に、フランジ部、軸部、先端に面取り部を有するセレーションおよび小径部を備え

た高精度の歯車を得ることができる。

【0028】本発明の請求項9に係わる歯車の成形装置によれば、冷間鍛造として外歯をしごき加工する際に、パンチで中空状歯車素材の内側形状を確実に保持することができ、または、歯車素材の内径を拡大する成形を行って少ないしごき量で所定の歯形精度を得ることができ、さらに、パンチとダイとの間隔に基づくしごき量の設定として、歯先面および歯面のしごき量よりも歯底面のしごき量を小さくしているため、とくに歯形精度が要求される歯先面および歯面を充分なしごき量で成形することができ、他方、歯先面および歯面に比べて歯形精度が多少ラフでよい歯底面にあつては、ダイとの当たりを弱めてかじりを防止することができ、離型性の向上やダイの寿命向上をも実現することができる。

【0029】

【実施例】以下、図面に基づいて、本発明の請求項1～5および請求項9に係わる歯車の成形方法および成形装置の一実施例を説明する。図2(c)に示すこの実施例の歯車1は、例えば、自動車の自動変速機構におけるハブアセンブリ・ハイクラッチとして用いられるものであつて、歯部としての外歯2を有し且つ中空状を成すと共に、その片側にフランジ部3を介して中空状の軸部4を一体的に備えており、軸部4の先端側にはセレーション5が設けてある。また、セレーション5のさらに先端側には小径部6を有している。

【0030】上記歯車1を成形するには、図1に示すように、ブロックB1において材料を切断し、初期の歯車素材(図9(a)参照)を得る。このうち、ブロックB2において熱間鍛造を行い、ブロックB3のショットブラストおよびブロックB4の潤滑処理を終えたのち、ブロックB5の冷間鍛造を行う。この実施例では、先に述べた軸部4を有する歯車1を成形する都合上、冷間鍛造の工程として、ブロックB6の冷間軸絞りおよびブロックB7の冷間サイジングを行い、とくに、冷間サイジングにおいて、歯部である外歯2およびセレーション5のしごき加工を行う。このようにして成形された歯車1は、ブロックB8の外観目視において成形不良の有無が確認される。

【0031】上記の成形工程において、図2(a)に示す熱間鍛造が施された歯車素材11には、所定の前形状である歯部としての外歯12、フランジ部13および軸部14が成形してあり、完成寸法に近い形状になっている。このように、熱間鍛造において、材料から切断された歯車素材を図2(a)に示す歯車素材11の形状にすることは、冷間鍛造のように熱処理、ショットブラストおよび潤滑処理を繰り返し行う場合に比べて、はるかに少ない工程数で実施できる。

【0032】また、熱間鍛造においては、窒化ホウ素等の固体潤滑剤を添加した潤滑性能の高い白色離型剤を用いており、これにより、後の冷間鍛造に送る歯車素材と

して抜け勾配の少ない歯車素材11が得られている。

【0033】次に、熱間鍛造で成形した歯車素材11は、図2(b)に示すように、冷間軸絞りが施される。この場合には、軸部14をその肉厚を減少させ且つ軸線方向に延ばす成形を行う。このような軸部14のみの成形は、全体の冷間鍛造を行うような大型の冷間鍛造用プレス装置を用いなくとも行うことが可能である。

【0034】このうち、歯車素材11には、図5に示す冷間鍛造用プレス装置により、最終的な冷間サイジングを行う。図5は、当該歯車の成形方法の実施に使用し得る成形装置ならびに本発明に係わる歯車の成形装置の一実施例を示すものである。

【0035】冷間鍛造用プレス装置は、下側の固定型21にダイ22を備えたと共に、上側の可動型23にパンチ24を備えている。ダイ22は、複数のブロック22a～22eを組み合わせると共に、これらブロック22a～22eの側部全周をダイケース25で保持した構成になっている。また、ダイ22の下側には、押し出し機構26が設けてあつて、この押し出し機構26には、ワーク押し出し用の複数のノックアウトピン27a～27cが設けてある。

【0036】ダイ22は、図3にも示すように、歯車素材(11)の外側形状に対応する成形凹部28を有している。成形凹部28は、歯車素材(11)の軸部(14)の先端側に対応する位置に、内歯状のセレーション5の成形部28aを有すると共に、これに連続する小径部6の成形部28bが設けてあり、さらに、歯車素材(11)の歯部である外歯(12)をしごき加工するための内歯28cが設けてある。

【0037】パンチ24は、歯車素材(11)の内側形状に対応する成形部24aを有すると共に、軸線上に下側に突出する状態でマンドレル29を備えており、マンドレル29の突出部分が軸部(14)の成形部に相当する。また、パンチ24は、マンドレル29の先端に、本体部分よりも直径を小さくした段差部30が設けてある。これにより、パンチ24を押し切った際に軸部(14)の先端の肉を段差部30内に流出させて、軸部(14)に対するセレーション5および小径部6の断面積減少率が小さくなる形態に成形し、押し切り時の座屈応力による成形不良を防止する。

【0038】さらに、ダイ22およびパンチ24は、双方の間隔に基づくしごき量の設定として、図4に示すように、歯先面2aおよび歯面2bのしごき量よりも歯底面2cのしごき量が小さくなるようにしてある。すなわち、図4中に仮想線で示す熱間鍛造後の形状に対して、図4中に実線で示す冷間鍛造後の形状が得られるように、ダイ22およびパンチ24の間隔が設定してあり、言い換えれば、仮想線で示す熱間鍛造後の歯車素材(11)を実線で示す内歯を有するダイを用いてしごき加工する。図4では、歯底面2cにおける仮想線と実線との

間隔が他の部分よりも小さくなっており、同歯底面2cのしごき量が小さいことを示している。

【0039】上記構成を備えた冷間鍛造用プレス成形装置で歯車素材11を成形するにあたっては、ダイ22の成形凹部28に歯車素材11をセットしたのち、パンチ24を下降させて歯車素材11の内側に圧入し、さらに歯車素材11を成形凹部28内に圧入していくことにより、パンチ24で歯車素材11の内側をしごくと同時に外歯12にしごき加工を行う。そして、さらにパンチ24が下降すると、セレーション5の成形が開始され、最終的にパンチ24を押し切ったところで、軸部14の先端側にセレーション5および小径部6を成形し、外歯2、フランジ部3および軸部4を有する歯車1が完成する。

【0040】上記実施例で説明したように、当該歯車の成形方法では、熱間鍛造によって歯車素材11が歯部を含めて完成寸法に近い状態に成形されるので、歯部である外歯2の成形等の最小限の成形が冷間鍛造で行われ、同冷間鍛造において、しごき加工により外歯2の歯形精度が得られることとなり、成形工程の数が大幅に削減されたと共に、大型の冷間鍛造用プレス装置でなくても歯車1を成形し得る。

【0041】また、当該歯車の成形方法および成形装置では、冷間鍛造で歯部である外歯2(12)をしごき加工する際に、パンチ24で中空状歯車素材11の内側形状を保持し、または、歯車素材11の内径を拡大する成形を行って、少ないしごき量で所定の歯形精度を得るようにしており、さらに、歯先面2aおよび歯面2bのしごき量よりも歯底面2cのしごき量が小さくなるように設定してあるので、とくに歯形精度が要求される歯先面2aおよび歯面2bを充分なしごき量で成形し、歯先面2aおよび歯面2bに比べて歯形精度が多少ラフでよい歯底面2cにあつては、ダイ22との当たりを弱め、とくに、図4に示す歯面2bと歯底面2cの連続部分Aにおけるかじりを防止している。

【0042】図6および図7は、本発明の請求項6～8に係わる歯車の成形方法の一実施例を説明する図である。

【0043】図6(c)に示す歯車1は、先の実施例で説明した歯車(図2(c)参照)と同様の構成を有するものであって、歯部としての外歯2を有し且つ中空状を成すと共に、その片側に内向きのフランジ部3を介して中空状の軸部4を同軸状に備えており、軸部4の先端側外周にはセレーション5が設けてある。また、セレーション5の先端部には、面取り部5aが設けてあり、セレーション5のさらに先端側には、セレーション5の谷部分に外周が対応する小径部6を有している。

【0044】上記の歯車1を成形するには、先の実施例と同様に、材料を切断して初期の歯車素材を得たのち、熱間鍛造により図6(a)に示す歯車素材11を成形す

る。この歯車素材11には、外歯12、フランジ部13および軸部14が成形してある。また、歯車素材11には、軸部の先端部外周に先端側を小径とするテーパ部17が形成してある。

【0045】歯車素材11のテーパ部17は、歯車1において軸部4の軸線Cに直交する線に対する面取り部5aの角度を $\theta 1$ とした場合、軸部14の軸線Cに直交する線に対する角度 $\theta 2$ を $\theta 1 + 5^\circ \sim \theta 1 + 15^\circ$ の範囲としている。また、歯車1において小径部6の外径を $\phi 1$ とした場合、テーパ部17の小径端部の直径 $\phi 2$ を $\phi 1 - 1\text{mm}$ としている。

【0046】上記の熱間鍛造は、図7に示す熱間鍛造用プレス装置により行われる。熱間鍛造用プレス装置は、歯車素材11の内側形状に対応するパンチ41と、歯車素材11の外側形状に対応する成形凹部42を有するダイ43を備えている。パンチ41は、軸部14の内側に貫通状態となるマンドレル44を備えている。ダイ43は、外歯12を形成する内歯45、マンドレル44との間で軸部14を形成する軸孔46などを備えており、軸孔46内の所定の位置には、テーパ部17を形成するための上向きの段部47を有している。また、軸孔46内には、軸部14の先端部を押圧して歯車素材11をダイ43から押し出すためのノックアウト部材48が収容してある。

【0047】そして、上記の熱間鍛造用プレス装置により得た歯車素材11は、ショットブラストおよび潤滑処理が施された後、冷間鍛造の第1工程として、図6

(b)に示すように、冷間軸絞りが行われ、軸部14を伸長させるとともに同軸部14の肉厚を減少させ、こののち、冷間鍛造の第2工程として、外歯12、セレーション5および小径部6のしごき加工(冷間サイジング)を行うことにより、図6(c)に示す如く外歯2、フランジ部3、軸部4、先端に面取り部4aを有するセレーション5および小径部6を備えた歯車1を得る。

【0048】ここで、上記のしごき加工は、先の実施例で説明した冷間鍛造用プレス装置(図3および図5参照)により行われ、段差部(30)を有するマンドレル(29)を備えたパンチ(24)により、軸部14の先端の肉を内側に流出させる状態にして、面取り部5aを有するセレーション5および小径部6を形成する。このように、軸部14の先端の肉を内側に流出させることにより、軸部4に対するセレーション5および小径部6の部分の断面積減少率が小さい状態となり、押し切り時の座屈応力による成形不良が防止される。

【0049】さらに、当該歯車の成形方法では、熱間鍛造において歯車素材11の軸部14の先端部外周に先端側を小径とするテーパ部17を形成することにより、後の冷間鍛造における軸部14の先端部分の肉の流動性を確保している。すなわち、熱間鍛造では、軸部14の長さや径に寸法のばらつきが生じることがある。この場

合、冷間鍛造において軸部14をセレーションの成形部(図3の符号28a)に押し込んでいくときに、軸部14の先端部分(セレーションおよび小径部の形成部分)の肉の流動性が低下し、先端側に余肉が発生しにくくなって、フランジ部と軸部との連結部分に座屈が生じたり、セレーション5の先端の谷部分に肉引けが生じたりすることがある。

【0050】そこで、当該歯車の成形方法では、熱間鍛造において軸部14の先端部外周にテーパ部17を形成し、このとき、面取り部5aの角度 $\theta 1$ に対してテーパ部17の角度 $\theta 2$ を $\theta 1+5^\circ \sim \theta 1+15^\circ$ に形成し、小径部6の外径 $\phi 1$ に対してテーパ部17の小径端部の直径 $\phi 2$ を $\phi 1-1\text{mm}$ に形成することにより、冷間鍛造における軸部14の先端部分の肉の流動性を高め且つ適切なものにし、セレーション5を形成し易くすると共に、先端側に余肉が発生し易くなるようにしてあり、これにより、座屈や肉引けといった成形不良を発生*

* させることなく、軸部4に、面取り部5aを有するセレーション5および小径部6を形成し得ることとなる。

【0051】ここで、熱間鍛造によりテーパ部17の角度 $\theta 2$ を異ならせていくつかの歯車素材を形成すると共に、テーパ部17の代わりに面取り部5aの角度 $\theta 1$ に近似したR形状を有する歯車素材を形成し、これらに冷間鍛造(冷間軸絞りおよび冷間サイジング)を行って面取り部5aを有するセレーション5および小径部6を形成した。なお、テーパ部17の小径端部の直径 $\phi 2$ はいずれも $\phi 1-1\text{mm}$ とした。冷間鍛造の過程において、冷間軸絞りでは $\theta 2$ が $\theta 1$ に対して約 -10° となった。また、R形状のものは冷間軸絞りにおいてシャープコーナーに近い状態となった。そして、各歯車素材について、冷間サイジング後の成形不良の有無を確認した。その結果を次の表に示す

【表1】

テーパ部の 角度 $\theta 2$	小径端部 の直径 $\phi 2$ (mm)	フランジ部 と軸部の 連結部分の 座屈	セレーション 先端の肉引け	面取り部の 欠肉
$\theta 1$	$\phi -1$	×	×	○
$\theta 1+5^\circ$	$\phi -1$	○	○	○
$\theta 1+10^\circ$	$\phi -1$	○	○	○
$\theta 1+15^\circ$	$\phi -1$	○	○	○
$\theta 1+20^\circ$	$\phi -1$	○	○	×
R形状	$\phi -1$	×	×	○

【0052】表から明らかなように、テーパ部17の角度 $\theta 2$ が面取り部の角度 $\theta 1$ と等しいものと、R形状を有するものは、フランジ部13と軸部14との連続部分に座屈が生じ、セレーション先端の谷部分に肉引けが生じた。これは、軸部14の先端部分(セレーション5および小径部6の形成部分)の肉の流動性が不充分であるためである。また、テーパ部17の角度 $\theta 2$ を $\theta 1+20^\circ$ としたものでは、面取り部5aに欠肉が生じた。これは、テーパ部17の角度 $\theta 2$ が最終的に形成される面取り部5aの角度 $\theta 1$ よりも大きくなり過ぎて、面取り部5aへの肉が不足したためである。そして、テーパ部17の角度 $\theta 2$ を $\theta 1+5^\circ \sim \theta 1+15^\circ$ としたもの

には、成形不良が生じていないことを確認した。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の請求項1～5に係わる歯車の成形方法を説明するブロック図である。

【図2】熱間鍛造で成形した歯車素材(a)、軸絞りが行われた歯車素材(b)および冷間サイジングにより得た歯車(c)を説明する断面図である。

【図3】冷間鍛造における歯車、パンチおよびダイを説明する断面図である。

【図4】熱間鍛造後の形状に対する冷間鍛造後の形状を説明する歯車の部分的な水平断面図である。

【図5】冷間鍛造用プレス装置の全体を説明する断面図

である。

【図6】本発明の請求項6～8に係わる歯車の成形方法において、熱間鍛造で成形した歯車素材(a)、冷間軸絞りを行った歯車素材(b)および冷間サイジングにより得た歯車(c)を説明する各々断面図である。

【図7】熱間鍛造用プレス装置を説明する要部の断面図である。

【図8】従来における歯車の成形方法を説明するブロック図である。

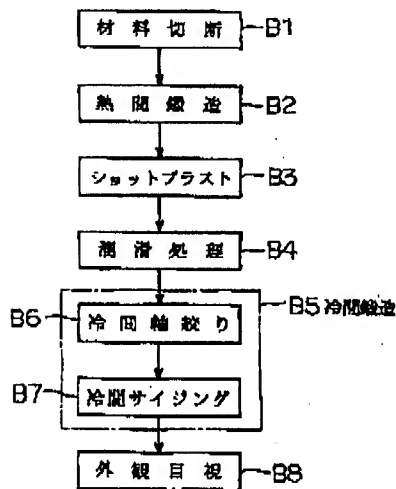
【図9】従来の歯車の成形方法において、材料切断により得た歯車素材を歯車に成形する過程を説明する側面図(a)(b)および断面図(c)～(g)である。

【符号の説明】

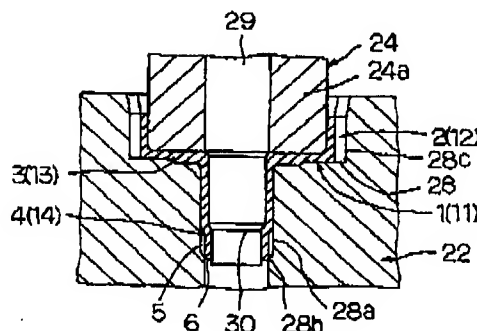
- 1 歯車
2 外歯(歯部)

- * 2 a 歯先面
2 b 歯面
2 c 歯底面
3 フランジ部
4 軸部
5 セレクション
5 a 面取り部
6 小径部
1 1 歯車素材
1 2 歯車素材の外歯(歯部)
1 3 歯車素材のフランジ部
1 4 歯車素材の軸部
1 7 テーパー部
2 2 ダイ
* 2 4 パンチ

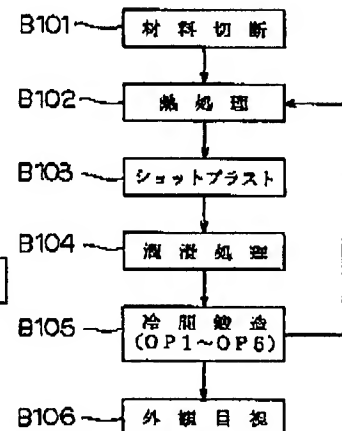
【図1】



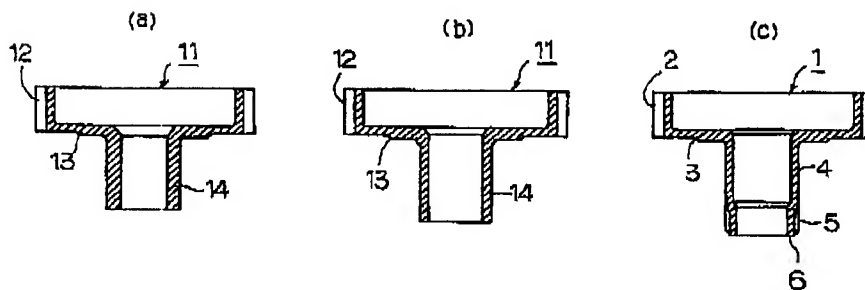
【図3】



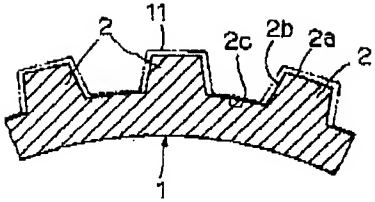
【図8】



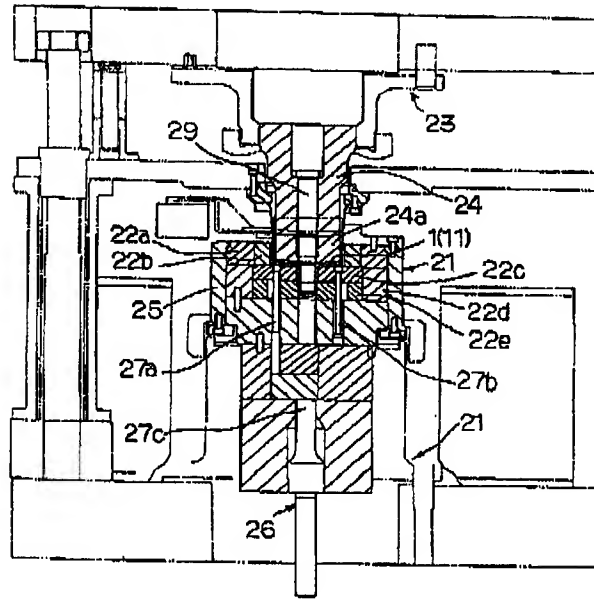
【図2】



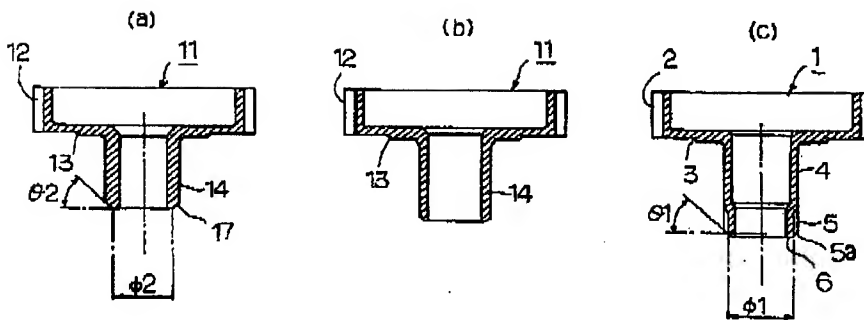
【図4】



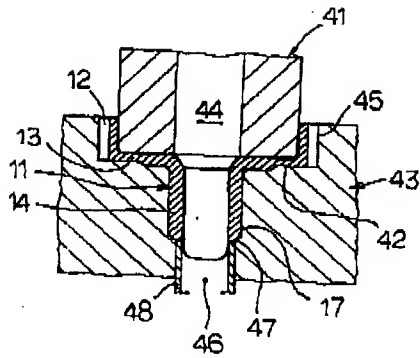
【図5】



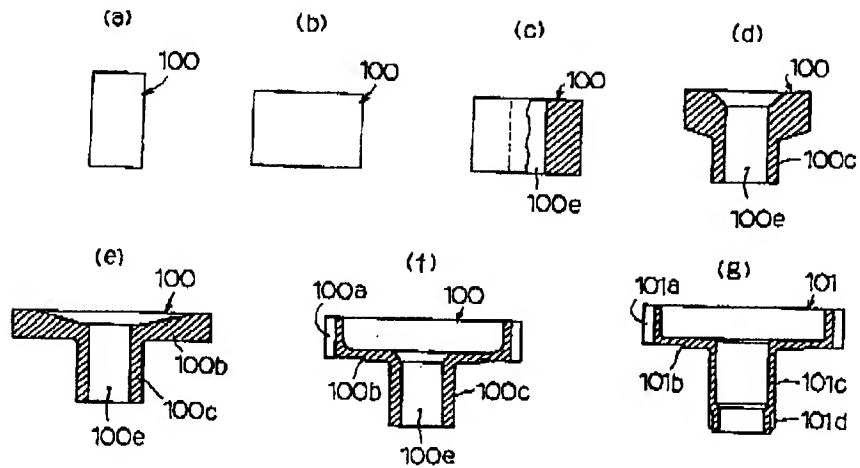
【図6】



【図7】



【図9】



フロントページの続き

(72)発明者 太田 明 男
神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産
自動車株式会社内

(72)発明者 池内 淳
神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産
自動車株式会社内